

PAT-NO: JP408306662A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08306662 A ✓  
TITLE: PLASMA DEVICE AND PLASMA PROCESSING METHOD  
USING THE DEVICE

PUBN-DATE: November 22, 1996

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME COUNTRY  
TSUKADA, SABURO

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME COUNTRY  
SONY CORP N/A

APPL-NO: JP07106395

APPL-DATE: April 28, 1995

INT-CL (IPC): H01L021/3065

**ABSTRACT:**

PURPOSE: To augment the silicon oxide selective ratio without deteriorating the etching rate of etched material by a method wherein the exposed surface of a high vacuum container of a device wall electrode insulated from the device wall of the high vacuum container but connected to an AC power supply is covered with a liner capable of feeding a specific chemical seed from a plasma.

CONSTITUTION: A reactor 12 is made of a substrate stage 24 serving both as a bottom plate of the reactor 12 and a sidewall part 26 wherein an induction tube 25 of an etching gas is provided. This sidewall part 26 is composed of a grounding part 34 made of an anode aluminum oxide and a device 36 made of anode aluminum oxide arranged through the intermediary of a ceramic insulating plate 35 beneath this grounding part 34 as well as a liner 37 capable of feeding a specific chemical seed from a plasma coated on the exposed surface in the high vacuum container 2 of

this device wall electrode 36. Furthermore, low-frequency AC voltage in the level not affecting to the plasma production is impressed from the device wall power supply 38 to the device wall electrode 36.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-306662

(43) 公開日 平成8年(1996)11月22日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 L 21/3065

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 21/302

技術表示箇所

B

G

F

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平7-106395

(22) 出願日

平成7年(1995)4月28日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 塚田 三郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

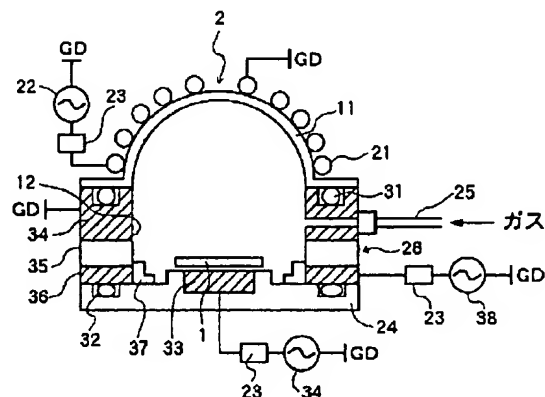
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ装置及びこれを用いたプラズマ処理方法

(57) 【要約】

【目的】 被エッチング材のエッチレートを大幅に低下させることなく、対シリコン酸化物膜選択比の大幅な向上を図ることを可能とする。

【構成】 高真空容器2の側壁部26に高純度の石英を材料とするライナ37とライナ電極36とを設け、高密度プラズマ発生時に100KHzの交流電圧をライナ37に印加する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を収容する高真空容器内に生成させた高密度プラズマを用い当該基板に対して所定のプラズマ処理を施すプラズマ装置において、

上記基板近傍に上記高真空容器の器壁から絶縁され且つ交流電源に接続された器壁電極が配されるとともに、当該器壁電極の高真空容器内の露出面が上記プラズマにより所定の化学種を供給し得るライナで被覆されていることを特徴とするプラズマ装置。

【請求項2】 高真空容器の上蓋部の周囲にプラズマ発生コイルが巻回され、当該プラズマ発生コイルに高周波パワーが供給されてプラズマが生成されることを特徴とする請求項1記載のプラズマ装置。

【請求項3】 ライナがシリコン化合物よりなることを特徴とする請求項1記載のプラズマ装置。

【請求項4】 シリコン化合物が高純度の石英よりなることを特徴とする請求項1記載のプラズマ装置。

【請求項5】 基板を収容する高真空容器内に生成させた高密度プラズマを用い当該基板に対して所定のプラズマ処理を施すものであり、上記基板近傍に上記高真空容器の器壁から絶縁された器壁電極が配されるとともに、当該器壁電極の高真空容器内の露出面が上記プラズマにより所定の化学種を供給し得るライナで被覆されてなるプラズマ装置を用いて、

上記器壁電極に印加する交流電圧をプラズマ生成と独立して制御することにより、前記プラズマと前記ライナとの相互作用によって前記基板上へ所定の堆積性物質を供給しながら、所定のプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項6】 高真空容器の上蓋部の周囲にプラズマ発生コイルが巻回され、当該プラズマ発生コイルに高周波パワーが供給されてプラズマが生成されるプラズマ装置を用いることを特徴とする請求項5記載のプラズマ処理方法。

【請求項7】 ライナを高純度の石英とした上で、所定のプラズマ処理として基板上の所定材料膜をハロゲン系ガスを用いてエッチングするドライエッチングを行うことを特徴とする請求項5記載のプラズマ処理方法。

【請求項8】 基板上の所定材料膜がシリコン系材料膜であることを特徴とする請求項7記載のプラズマ処理方法。

【請求項9】 基板上の所定材料膜がアルミニウム系材料膜であることを特徴とする請求項7記載のプラズマ処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば半導体装置の製造に適用されるプラズマ装置及びこれを用いたプラズマ処理方法に関し、例えばシリコン系材料膜からゲート電極を形成する際のドライエッチングにおける対絶縁膜選

択比を向上させる装置及び方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近時では、いわゆるMOS（金属-酸化膜-半導体の3層構造）型のトランジスタを多数集積したLSI（以下、単にMOS型LSIと記す）においては、そのゲート電極材料として多結晶シリコンやポリサイド（多結晶シリコン-シリサイドの2層構造とされたもの）が、また金属配線材料としてアルミ系合金がそれぞれ広く用いられている。

【0003】上記MOS型LSIにおいては、極めて微細なパターンとしてゲート電極や金属配線（アルミ電極）等を多数形成する必要がある、そのための最も好適な加工装置の1つとしてプラズマエッチング装置がある。特に近年提案されている高密度プラズマエッチング装置は、表面に被エッチング材を有する基板を収容する高真空容器と、当該高真空容器内にRF電界、マイクロ波電界或は磁場を与えてプラズマを励起させる手段を備え、低下下でもイオン密度 $10^{11}/\text{cm}^2$ 以上の高密度プラズマを発生させるように構成されている。

【0004】上記プラズマエッチング装置を使用するに際して、例えばゲート電極を形成する場合には、通常エッチングガスとしてハロゲン系ガスをを用い、 $\text{SiO}_2$ よりなるゲート酸化膜上に成膜された多結晶シリコン膜の表面に高分子レジスト等のマスクを所定形状に形成し、高密度プラズマにより解離生成するハロゲン・ラジカルやハロゲン・イオンを利用してドライエッチングを施すことにより、所望のゲート電極が形成される。このように、上記プラズマエッチング装置を用いることにより、イオン・アシストという特有の機構で高速度及び異方性を達成することが可能である。

【0005】なお、上記ゲート酸化膜はその膜厚が例えば $0.25\mu\text{m}$ レベルのデザインルールが適用される記憶容量256MDRAMの場合で $5\text{nm}\sim 7\text{nm}$ と極めて薄いために、上記ドライエッチングを実行するに際して、ゲート電極を形成する場合には略々100以上の対ゲート酸化膜選択比が必要である。また、アルミ系合金よりなるアルミ電極を形成する場合には、アルミ系材料膜の下地として平坦化特性を高めるためにリン（P）やボロン（B）をドーブしたSi系の層間絶縁膜が用いられているが、かかる不純物含有の層間絶縁膜はハロゲン系化学種によるエッチング速度が特に大きいため、略々15以上の対絶縁膜選択比が要求される。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記ドライエッチングを実行するに際して、対ゲート酸化膜選択比或は対絶縁膜選択比（以下、単に選択比と記す）を増大させると、レジストマスク下の被エッチング材がテーパ形状やノッチング形状（ゲート酸化膜や絶縁膜との界面におけるゲート材料やアルミ系合金のくびれ）となり易く、拡散層にオフセットが生じることになる。した

がって、これらの形状異常の発生を極力防止することが必要である。

【0007】上記テーパー形状やノッチング形状の発生を防止する手法として、以下に示すいくつかのものが案出されている。まず、ゲート電極を形成する場合の防止方法を以下に示す。

【0008】(1) エッチングガスとして用いる塩素( $\text{Cl}_2$ )や臭化水素( $\text{HBr}$ )に、二フッ化メタン( $\text{CH}_2\text{F}_2$ )等のポリマーを形成するガスを添加して混合ガスとして用いる。この場合、プラズマの発生により、エッチングガスが反応してドライエッチングが進行するとともに、 $\text{CH}_2\text{F}_2$ 等のガスがプラズマ中で解離することによりカーボン系ポリマーが生成し、これがエッチングされてゆくゲート材料の側壁部に堆積して側壁保護膜が形成される。この側壁保護膜により、反応性のイオンや活性中性粒子のゲート材料に対する側方攻撃を防ぐことができる。

【0009】(2) プラズマ電極からシリコン基板へ印加するRF(高周波)電力を増大させ、マスクであるレジストマスクのエッチレートを高める。この場合、プラズマの発生により、レジストマスクからの分解物が増大し、当該分解物により被エッチング材であるゲート材料の側壁部に形成される側壁保護膜の膜厚が大きくなる。この側壁保護膜により、反応性のイオンや活性中性粒子のゲート材料に対する側方攻撃を防ぐことができる。

【0010】(3) 反応性イオンの濃度を大きく、活性中性粒子の濃度を小さくする。これは、ガス圧を低下させることにより可能となる。この場合、上記反応性イオンの平均自由行程が増大し、シリコン基板に対するイオンの進入方向を揃えて異方性を向上させることが可能となる。

【0011】しかしながら、上記の各手法には、以下に示すような問題がある。

【0012】(1)の手法においては、 $\text{CH}_2\text{F}_2$ 等のガスの反応によりゲート材料の側壁部のみならず上記プラズマ装置の高真空容器の内壁部にカーボン系ポリマーの膜が堆積してしまう。そのため、パーティクル汚染によるデバイス不良を招くほか、高真空容器内をしばしば洗浄する必要があり、プラズマ装置のメンテナンス上の問題がある。

【0013】(2)の手法においては、プラズマ電極からシリコン基板へ供給する基板バイアスのRFパワーを増加させることにより、レジストマスクの後退による寸法変換差が生じ易くなる。またこれと同時にゲート酸化膜のエッチレートもまた増加してしまい、対ゲート膜選択比の大幅な低下が惹起される。

【0014】(3)の手法においては、ドライエッチング時の反応圧力を $10^{-2}\text{Pa}$ のオーダーの低圧に保つことができれば、活性中性粒子/反応性イオンの生成比を

1/10程度にできると考えられるが、活性種の絶対数が減少するためにゲート材料のエッチレートの低下を来すことが予想される。このエッチレートの低下を防ぐには、基板へ印加するRFバイアス電力を増加させなければならない、上記(2)の手法と同様の問題が生じる。

【0015】一方、上記アルミ電極の形成に際しては、エッチングガスとして塩化ほう素( $\text{BCl}_3$ )の流量比を増大させて $\text{BCl}_3^+$ イオンによるスパッタ作用の寄与を高め、レジストマスクのエッチレートを高めるという手法がある。この場合、レジストマスクの分解物が増大し、アルミ電極の側壁部における堆積量が向上して側壁保護効果が高まる。

【0016】しかしながら、この手法においても、レジストマスクのエッチレートの増加のみならず、層間絶縁膜のエッチレートもまた増加してしまい、対絶縁膜選択比の大幅な低下が惹起される。

【0017】このように、現在のところ、対ゲート酸化膜選択比/対絶縁膜選択比の向上とエッチング形状の良好な制御という相反する要求を双方とも満たすことは極めて困難であり、ゲート酸化膜のエッチングの際の対ゲート酸化膜選択比が40程度、アルミ系材料膜のエッチングの際の対絶縁膜選択比が6~7程度が実現されているに過ぎず、100以上の対ゲート酸化膜選択比及び15以上の対絶縁膜選択比の実現は難しい現状にある。

【0018】本発明は、上述の様々な課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、被エッチング材のエッチレートを大幅に低下させることなく、対シリコン酸化物膜選択比の大幅な向上を図ることを可能とするプラズマ装置及びそれを用いたプラズマ処理方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明の対象となるものは、基板を収容する高真空容器内に生成させた高密度プラズマを用いて当該基板に対して所定のプラズマ処理を施すプラズマ装置及びそれを用いたプラズマ処理方法である。

【0020】本発明のプラズマ装置は、上記基板近傍に上記高真空容器の器壁から絶縁され且つ交流電源に接続された器壁電極が配されるとともに、当該器壁電極の高真空容器内の露出面が上記プラズマにより所定の化学種を供給し得るライナで被覆されて構成されていることを特徴とするものである。

【0021】この場合、上記プラズマ装置としては、高真空容器の上蓋部の周囲にプラズマ発生コイルが巻回され、当該プラズマ発生コイルに高周波パワーが供給されてプラズマが生成されるものとすることができ、また上記ライナとして高純度の石英等のシリコン化合物を用いると好適である。

【0022】なお、プラズマ発生用の高周波としては、通常13.56MHz等のRF帯の周波数が用いられる

が、上記器壁電極に接続される交流電源の周波数はプラズマ生成に影響を与えないように、これより低周波帯のものをを用いると良い。概ね数100kHzオーダーのもので十分である。

【0023】また、本発明のプラズマ処理方法は、上記プラズマ装置を用いて、上記器壁電極に印加する交流電圧をプラズマ生成と独立して制御することにより、前記プラズマと前記ライナとの相互作用によって前記基板上へ所定の堆積性物質を供給しながら、所定のプラズマ処理を行うことを特徴とするものである。

【0024】具体的に、所定のプラズマ処理としては、ライナを高純度の石英とするとともに、基板上の所定材料膜をハロゲン系ガスをを用いてエッチングするドライエッチングが好適である。

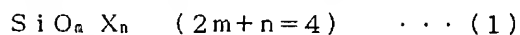
【0025】この場合、上記基板上の所定材料膜としては、シリコン系材料膜やアルミニウム系材料膜とすることができる。

【0026】

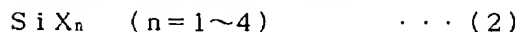
【作用】本発明において、高真空容器内に高密度プラズマを生成させるとともに、プラズマ生成とは独立に器壁電極にプラズマ生成に影響を与えない程度の低周波の交流電圧を印加することにより、当該器壁電極の高真空容器内の露出面にもイオン・シースが形成され、その直流電界によりイオン・スパッタ作用が期待できるようになる。この場合、上記露出面にはライナが被覆されているので、これがスパッタされることになる。したがって、プラズマ生成とは独立に上記ライナから基板上へ化学種を供給することが可能となる。

【0027】プラズマ処理の具体例として、ライナを高純度の石英とするとともに、基板上の所定材料膜をハロゲン系ガスをを用いてエッチングするドライエッチングを行う場合では、生成された高密度プラズマにより活性化された反応性のハロゲン化イオン（ハロゲンラジカル）とライナのシリコン酸化物とが反応し、オキシハロゲン化シリコンやハロゲン化シリコンが生成される。

【0028】ここで、上記の如く生成されるオキシハロゲン化シリコンは、ハロゲンをXとして、



で示され、ハロゲン化シリコンは、



で示されるものである。このオキシハロゲン化シリコンや、(2)式でn=1, 2の場合の低次のハロゲン化シリコンは、極性の高い酸化シリコン膜や窒化シリコン膜等のシリコン系化合物膜上に選択的に堆積し、極性の低いシリコン膜上には堆積し難いという性質を有する。

【0029】したがって、ドライエッチング時において、基板近傍のライナから生成されたオキシハロゲン化シリコンや低次のハロゲン化シリコンが、極性の高いシリコン化合物膜、例えば酸化シリコン膜からなるゲート酸化膜や層間絶縁膜上に選択的に堆積して被膜を形成す

ることにより、対ゲート酸化膜選択比及び対層間絶縁膜選択比を向上させることができる。

【0030】

【実施例】以下、本発明に係るプラズマ装置の好適な例として、いわゆる誘導結合型のプラズマエッチング装置（以下、単にプラズマ装置と記す）及び当該プラズマ装置を用いたプラズマ処理方法のいくつかの具体的な実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0031】先ず第1実施例について説明する。この第1実施例のプラズマ装置は、高真空状態に保たれた高真空容器内に設置された基板上に、当該高真空容器内に発生させた高密度プラズマを用いて所定のドライエッチングを施すものである。

【0032】上記プラズマ装置は、図1に示すように、シリコン基板1が収容される高真空容器2を有しており、当該高真空容器2は、セラミックを材料とする上蓋状の絶縁ベルジャ11と、当該絶縁ベルジャ11の下部に設置されるリアクタ12とから構成され、リアクタ12上にOリング31を介して絶縁ベルジャ11が設置固定されて密閉構造が形成される。

【0033】上記絶縁ベルジャ11は、略々半球形状をなしており、外周部にプラズマ発生コイルである非共鳴マルチターンアンテナ21が渦巻状に巻回されて構成されている。この非共鳴マルチターンアンテナ21には、一端が接地されてなるプラズマ励起用RF電源22がインピーダンス整合用のマッチングネットワーク23を介して電氣的に接続されており、プラズマ発生時には当該プラズマ励起用RF電源22から非共鳴マルチターンアンテナ21に高周波パワーが供給される。

【0034】上記リアクタ12は、当該リアクタ12の底板を兼ねる基板ステージ24と、エッチングガスの導入管25が設けられている側壁部26とから構成されており、上記基板ステージ24上にOリング32を介して上記側壁部26が固定される。

【0035】上記基板ステージ24は、基板1と接触する部分に導電性を有する基板電極33が組み込まれ、また、高真空容器2内の排気を行う排気孔（図示は省略する）が設けられている。当該基板電極33にはマッチングネットワーク23を介して一端が接地されたバイアス印加用RF電源34が電氣的に接続されている。

【0036】ここで、バイアス印加用RF電源34から上記基板電極33に所定周波数の交流電圧を印加することにより、当該交流電圧が基板バイアスとして上記基板1に印加される。この基板電極33は、基板バイアスの印加によりプラズマ中から入射するイオンのエネルギーを制御するためのものである。

【0037】上記側壁部26は、陽極酸化アルミを材料とする接地部34と、当該接地部34の下部にセラミック絶縁板35を介して配される陽極酸化アルミを材料とする器壁電極36と、当該器壁電極36の高真空容器2

内の露出面に被覆された上記プラズマにより所定の化学種を供給し得るライナ37とから構成されている。ここで、上記接地部34の中を通してガス導入管25が高真空容器2内に開口しており、また上記器壁電極36にはマッチングネットワーク23を介して一端が接地された器壁電源38が電氣的に接続されている。

【0038】以上の構成を有するプラズマ装置を用いて、プラズマ励起用RF電源22から非共鳴マルチターンアンテナ21に高周波パワーを供給して高密度プラズマを発生させるとともに、器壁電源38から器壁電極36にプラズマ生成に影響を与えない程度の低周波の交流電圧を印加することにより、当該器壁電極36の高真空容器2内の露出面にもイオン・シースが形成され、その直流電界によりイオン・スパッタ作用が期待できるようになる。この場合、上記露出面には上記ライナ37が被覆されているので、これがスパッタされることになる。したがって、プラズマ生成とは独立に上記ライナ37からの化学種の供給が可能となる。

【0039】次いで、本発明の第2実施例について説明する。この第2実施例においては、上記の如く構成されたプラズマ装置を用いて、以下に示すように基板ステージ24上に設置されたシリコン基板に所定のプラズマ処理を施す。ここでは、シリコン基板21上でMOS型トランジスタのゲート電極加工を行う場合について述べる。

【0040】先ず、図2に示すように、単結晶シリコンよりなるシリコン基板41の表面に選択酸化を施して素子分離領域（図示は省略する。）を形成した後、当該素子分離領域により区分けされた素子形成領域の表面に熱酸化を施してSiO<sub>2</sub>よりなるゲート酸化膜42を形成する。

【0041】次いで、上記素子分離層の表面を含む各素子形成領域の表面にプラズマCVD等の真空薄膜形成技術を用いて多結晶シリコン膜43を成膜する。その後、多結晶シリコン膜43にパターニングを施してゲート電極45を形成する。すなわち、各素子形成領域にフォトレジストを塗布し、露光、現像等の工程を経た後、形成されたレジストマスク44を介して以下に示す異方性ドライエッチングを施して図3に示すようなゲート電極45を形成する。

【0042】上記プラズマ装置を用いて異方性ドライエッチングを行うには、先ず高真空容器2内の基板ステージ24上に上記シリコン基板21を載置固定し、当該高真空容器2内が所定のガス圧となるまで上記基板ステージ24の下部に設けられた上記排気孔から真空排気を行う。その後、リアクタ12の側壁部26に設けられたガス導入管25からエッチングガスであるCl<sub>2</sub>を所定流\*

Cl <sub>2</sub> 流量	50	SCCM
ガス圧	0.13	Pa
ソースパワー	2000W	(13.56MHz)

\* 量導入する。

【0043】この状態で、プラズマ励起用RF電源22から非共鳴マルチターンアンテナ21に所定周波数のRF電圧（ソース電圧）を印加するとともに、基板電源34から上記基板電極33に所定周波数の交流電圧を印加して基板バイアスをシリコン基板41に印加する。さらにこのとき、RF電圧及び基板バイアスの印加とともに、器壁電源38から上記器壁電極36に所定周波数の交流電圧（器壁電圧）を印加する。

10 【0044】上記ソース電圧の印加により、各非共鳴マルチターンアンテナ21の内側に磁界が形成されて磁力線に沿って電子が回転し、当該電子と高真空容器2内のCl<sub>2</sub>ガス分子とが高確率で衝突して、約10<sup>11</sup>~10<sup>12</sup>/cm<sup>3</sup>のイオン密度の高密度プラズマが発生する。この高密度プラズマの生成により、シリコン基板41のゲート酸化膜上に成膜された多結晶シリコン膜43にエッチングが施され、レジストマスク44により所定形状に規制されたゲート電極45が形成されてゆく。このとき、レジストマスク44もまた若干ながらエッチングされ、そのために生成された当該レジストマスク44の分解物がエッチングされてゆくゲート材料の側壁部に堆積して側壁保護膜46が形成される。

【0045】それとともに、上記器壁電圧の印加により、高密度プラズマにより活性化された反応性の塩素イオン（Cl<sup>+</sup>）とライナ37の石英（SiO<sub>2</sub>）とが反応し、以下に示すオキシ塩化シリコンや塩化シリコンが生成される。

【0046】

SiO<sub>m</sub>Cl<sub>n</sub> (2m+n=4) . . . (3)

SiH<sub>n</sub> (n=1~4) . . . (4)

このオキシ塩化シリコンや、(4)式でn=1, 2である低次の塩化シリコンは、極性の高い二酸化シリコン膜や窒化シリコン膜上に選択的に堆積し、極性の低いシリコン膜上には堆積し難いという性質を有する。

【0047】したがって、生成されたオキシ塩化シリコンや低次の塩化シリコンが極性の高い二酸化シリコン膜であるゲート酸化膜43の露出面に選択的に堆積して被膜が形成される。それに対して、オキシ塩化シリコンや上記低次の塩化シリコンは、極性の低い多結晶シリコン膜43上には堆積し難い。そのため、多結晶シリコン膜43の対ゲート酸化膜選択比を増大させても、当該多結晶シリコン膜43のエッチレートが低下することなく所望のゲート電極45を形成することができる。

【0048】この第2実施例においては、上記ドライエッチングを具体的には以下の条件で行った。

【0049】

基板バイアスパワー 300W (400KHz)  
器壁電極への印加パワー 300W (100KHz)

この場合における器壁電極への印加パワーとゲート酸化膜のエッチレート(ERg)との関係を図4に、器壁電極への印加パワーと多結晶シリコン膜の対ゲート酸化膜選択比(Sg)/多結晶シリコン膜のエッチレート(ERp)との関係を図5に示す。

【0050】図4によると、器壁電圧を印加した当初は、ERgが15nm/秒であり、印加パワーが増大するにつれてERgは急激な低下を示した。これは、上記の如く生成されたオキシ塩化シリコンや低次の塩化シリコンがゲート酸化膜上に選択的に堆積してエッチングが抑止された結果であると考えられる。

【0051】また、図5によると、器壁電圧を印加した当初は、ERpが300nm/秒であり、その後印加パワーが増大しても殆ど低下を示さないのに対して、Sgは当初20程度であったが、印加パワーが増大するにつれて急激な増加を示した。これは、オキシ塩化シリコンや低次の塩化シリコンは多結晶シリコン膜上には殆ど堆積しないことの結果と考えられる。

【0052】このように、上記第2実施例においては、多結晶シリコン膜のエッチレートを高値に保ちつつ、多結晶シリコン膜の対ゲート酸化膜選択比を増大させて、高いエッチング均一性をもってゲート電極を形成することが可能であることが示された。

【0053】また、高真空容器2内において、ライナ37はシリコン基板41の近傍、ここでは側壁部26の下方に設けられているため、ライナ37から生成される堆積物はシリコン基板41の近傍のみにて発生する。したがって、高真空容器2内全体に余分なパーティクルが発生することが抑制され、効率よく多結晶シリコン膜の対ゲート酸化膜選択比を増大させることが可能となる。

【0054】なお、本第2実施例においては、エッチン\*

C1 <sub>2</sub> 流量	150	SCCM
BCl <sub>3</sub> 流量	30	SCCM
ガス圧	0.4	Pa
ソースパワー	2000W (13.56MHz)	
基板バイアスパワー	300W (400KHz)	
器壁電極への印加パワー	300W (100KHz)	

この場合、上記第2実施例の場合と同様に上記ドライエッチングを施すが、上記器壁電圧の印加により、高密度プラズマにより活性化された反応性のC1<sup>+</sup>イオン及びBCl<sub>n</sub><sup>+</sup>イオン(n=1~3)とライナ37の石英(SiO<sub>2</sub>)とが高密度プラズマ中にて反応し、上記第2実施例の場合と同様に(3)、(4)式で示すオキシ塩化シリコンや低次の塩化シリコンが生成される。

【0061】したがって、これらオキシ塩化シリコンや低次の塩化シリコンは、極性の高い二酸化シリコン膜である上記層間絶縁膜51上に選択的に堆積し、上記アルミ系材料膜53には堆積し難いため、アルミ系材料膜5※50

\*グガスとしてCl<sub>2</sub>を用いた例を示したが、例えばHBrやHIを用いても上記と同様の効果を得ることが可能である。

【0055】次いで、第3実施例について説明する。この第3実施例においては、エッチングガスとして塩素ガス(Cl<sub>2</sub>)と三塩化ホウ素ガス(BCl<sub>3</sub>)との混合ガスを用い、SiO<sub>2</sub>よりなる絶縁膜上にアルミ系材料膜及びレジストパターンが順次成膜されたシリコン基板1上でドライエッチングを行ってアルミ配線を形成する。

【0056】まず、図6及び図7に示すように、熱CVD法によりリンやホウ素をドーブしたSiO<sub>2</sub>系の層間絶縁膜51を形成する。その後、当該層間絶縁膜51の表面にTi、TiNを用いて順次成膜することにより2層構成のバリアメタル52を形成する。

【0057】次いで、記シリコン基板1の全面にスパッタリング法によりAl-1%Si合金或はAl-1%Si-0.5%Cu合金よりなるアルミ系材料膜53を成膜し、さらに当該アルミ系材料膜53上にTiNよりなる反射防止膜54を成膜する。

【0058】そして、レジストマスク55を形成した後、上記プラズマ装置を用いてドライエッチングを施してアルミ配線56を形成する。このとき、アルミ配線56が形成されてゆくとともに、エッチングされてゆくアルミ配線56またはアルミ系材料膜53の側壁部にレジストマスク55の分解物が堆積して側壁保護膜57が形成される。

【0059】この第3実施例においては、上記ドライエッチングを具体的には以下の条件で行った。

【0060】

SCCM  
SCCM

Pa

2000W (13.56MHz)

300W (400KHz)

300W (100KHz)

40※3のエッチングレートを下下させることなく当該アルミ系材料膜53の対絶縁膜選択比を増大させることができる。

【0062】なお、上記層間絶縁膜51はゲート酸化膜42のような熱酸化により形成されるものと異なり、上記の如く熱CVD法によりリンやホウ素をドーブして成長させるものであるために、熱酸化膜と比較して選択比がとり難く、従来では対層間絶縁膜選択比は10程度であったが、この第3実施例では20以上の値を得ることが可能となる。

【0063】なお、上記各実施例においては、誘導結合



11

型のプラズマエッチング装置を例として説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、電子サイクロトロン共鳴のプラズマソースを利用したプラズマエッチング装置やヘリコン波プラズマソースを利用したもの等にも適用可能である。また、絶縁膜の材料としては $\text{SiO}_2$ のみならず $\text{SiN}$ を用いてもよい。

【0064】

【発明の効果】本発明によれば、被エッチング材のエッチレートを大幅に低下させることなく、対シリコン化合物膜選択比の大幅な向上を図ることが可能となるため、微細なゲート電極加工やその他配線加工等を極めて精度よく行うことができ、半導体デバイスの高集積化、高信頼化、及び高性能化に貢献することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例に係るプラズマ装置を示す模式図である。

【図2】多結晶シリコン膜上にレジストマスクが形成された様子を模式的に示す断面図である。

【図3】レジストマスク下にゲート電極が形成された様子を模式的に示す断面図である。

【図4】器壁電圧の印加パワーとゲート酸化膜のエッチ

12

ングレートとの関係を示す特性図である。

【図5】器壁電圧の印加パワーと多結晶シリコン膜の対ゲート酸化膜選択比との関係及び多結晶シリコン膜のエッチレートとの関係を示す特性図である。

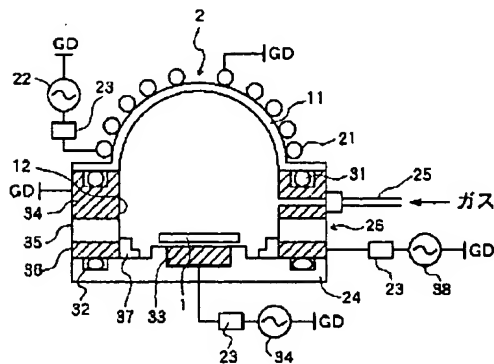
【図6】層間絶縁膜上にバリヤメタル、アルミ系材料膜、反射防止膜、及びレジストマスクが形成された様子を模式的に示す断面図である。

【図7】レジストマスク下にアルミ配線が形成された様子を模式的に示す断面図である。

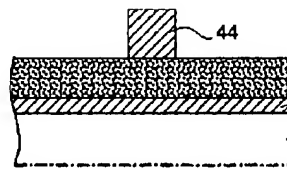
【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 高真空容器
- 11 絶縁ベルジャ
- 12 リアクタ
- 21 非共鳴マルチターンアンテナ
- 33 基板電極
- 34 バイアス印加用RF電源
- 36 器壁電極
- 37 ライナ
- 38 器壁電源

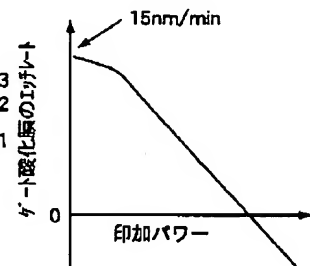
【図1】



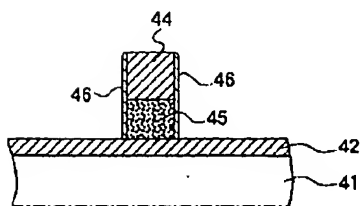
【図2】



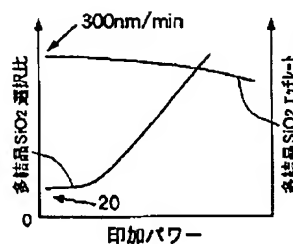
【図4】



【図3】



【図5】



【図7】

